

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-246619

(43)Date of publication of application : 30.08.2002

(51)Int.Cl.

H01L 31/04
C23C 16/24
H01L 21/205

(21)Application number : 2001-035301

(71)Applicant : KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.02.2001

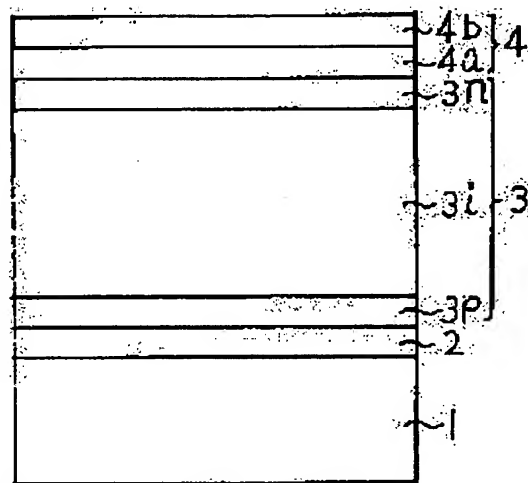
(72)Inventor : YOSHIMI MASASHI
SUEZAKI YASUSHI

(54) METHOD OF MANUFACTURING THIN FILM PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor thin film photoelectric conversion device having a high photoelectric conversion efficiency at low cost and in a high production efficiency.

SOLUTION: In a method of manufacturing a thin film photoelectric conversion device comprising at least one crystalline photoelectric conversion unit 3 on a substrate 1, plasma reaction gas comprises silane gas and hydrogen gas as the main components of the plasma reaction gas as the condition that an i-type crystalline photoelectric conversion device 3i is deposited by a plasma CVD method, the flow rate ratio of the hydrogen gas to the silane gas is set to 50 or more, the pressure within a plasma reaction chamber is set at a pressure to 600 Pa or higher, a heater for heating the substrate 1 within the plasma reaction chamber is not used, high-frequency power is applied to the substrate 1 in a power density of 300 mW/cm² or higher for generating a plasma, the substrate 1 is subjected to temperature rise by a plasma effect by the application of the high-frequency power, and the highest temperature at the time of the temperature rise is controlled so as not to exceed 230° C.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-246619

(P2002-246619A)

(43) 公開日 平成14年8月30日 (2002.8.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 1 L 31/04		C 2 3 C 16/24	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/24		H 0 1 L 21/205	5 F 0 4 5
H 0 1 L 21/205		31/04	X 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-35301(P2001-35301)

(22) 出願日 平成13年2月13日 (2001.2.13)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成11年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「太陽光発電システム実用化技術開発委託事業」、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000000941

鐘淵化学工業株式会社

大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号

(72) 発明者 吉見 雅士

兵庫県神戸市兵庫区吉田町1丁目1-3-708

(72) 発明者 末崎 恭

滋賀県大津市比叡辻1丁目25-1

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外4名)

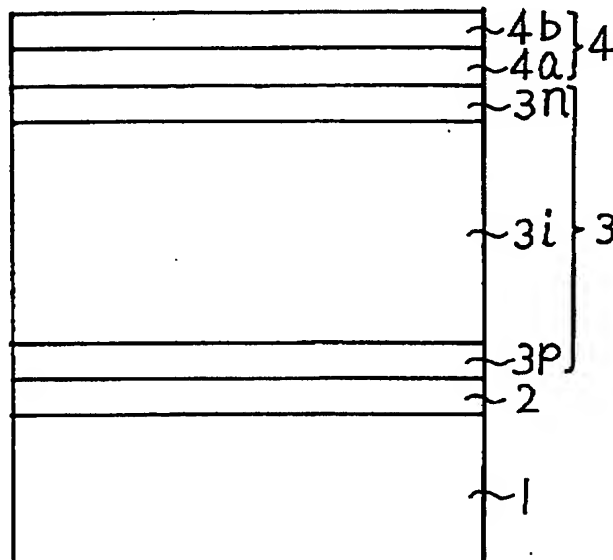
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜光電変換装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高い光電変換効率を有する半導体薄膜光電変換装置を低コストでかつ高い生産効率で提供する。

【解決手段】 基板1上に少なくとも1の結晶質光電変換ユニット3を含む薄膜光電変換装置の製造方法において、結晶質 i 型光電変換装置 3-i をプラズマ CVD で堆積する条件として、プラズマ反応ガスの主成分としてシラン系ガスと水素ガスを含み、そのシラン系ガスに対する水素ガスの流量比が 50 倍以上であり、プラズマ反応室内の圧力が 600 Pa 以上に設定され、プラズマ反応室内において基板1を加熱するためのヒータは用いられず、プラズマを生じさせるために 300 mW/cm² 以上のパワー密度で高周波電力が印加され、基板1はその高周波電力の印加によって生じるプラズマ作用によって昇温するが、その昇温時の最高温度は 230℃ を越えないように調整される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上において、第 1 導電型半導体層、実質的に真性半導体の結晶質光電変換層および逆導電型半導体層を含む結晶質光電変換ユニットの少なくとも 1 つを含む薄膜光電変換装置の製造方法であって、前記結晶質光電変換層をプラズマ CVD で堆積する条件として、プラズマ反応室内に導入される反応ガスの主成分としてシラン系ガスと水素ガスを含み、そのシラン系ガスに対する水素ガスの流量比が 50 倍以上であり、前記プラズマ反応室内の圧力が 600 Pa 以上に設定され、前記プラズマ反応室内において前記基板を加熱するためのヒータは用いられず、前記反応室内においてプラズマを生じさせるために 300 mW/cm² 以上のパワー密度で高周波電力が印加され、前記基板は前記高周波電力の印加によって生じるプラズマの作用によって昇温するが、その昇温時の最高温度は 230℃を越えないように調整されることを特徴とする製造方法。

【請求項 2】 前記プラズマ作用による前記基板の昇温時の最高温度は 150℃以上になることを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】 前記基板は所定温度に予備加熱された後に前記プラズマ反応室内に導入されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の製造方法。

【請求項 4】 前記高周波電力のパワー密度は 500 mW/cm² 以上に設定されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの項に記載の製造方法。

【請求項 5】 前記結晶質光電変換層の堆積速度が 40 nm/分以上であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかの項に記載の製造方法。

【請求項 6】 前記基板が前記プラズマの作用によって 230℃を越えて昇温し得る場合には、冷却手段によって 230℃以下の温度に冷却されることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかの項に記載の製造方法。

【請求項 7】 前記冷却手段は、前記基板を支持する高周波電極を冷却するための冷却パイプを含み、この冷却パイプには冷却用流体が流されることを特徴とする請求項 6 に記載の製造方法。

【請求項 8】 前記冷却手段は、前記基板に冷却ガスを吹き付ける手段を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体薄膜光電変換装置の製造方法に関し、特に、少なくとも 1 の結晶質光電変換ユニットを含む薄膜光電変換装置の製造方法の改善に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年では、半導体薄膜光電変換装置の典型例である薄膜太陽電池も多様化し、従来の非晶質薄膜太陽電池の他に結晶質薄膜太陽電池も開発され、これらを積層したハイブリッド型薄膜太陽電池も実用化されつつある。

【0003】 一般に、半導体薄膜太陽電池は、基板上に順に積層された第 1 電極、1 以上の半導体薄膜光電変換ユニット、および第 2 電極を含んでいる。そして、1 つの光電変換ユニットは、p 型層と n 型層でサンドイッチされた i 型層を含んでいる。

【0004】 光電変換ユニットの厚さの大部分を占める i 型層は実質的に真性の半導体層であって、光電変換作用は主としてこの i 型層内で生じる。したがって、i 型光電変換層は光吸収のために厚い方が好ましいが、必要以上に厚くすればその堆積のためのコストと時間が増大することになる。

【0005】 他方、p 型や n 型の導電型層は光電変換ユニット内に拡散電位を生じさせる役割を果たし、この拡散電位の大きさによって薄膜太陽電池の重要な特性の 1 つである開放端電圧の値が左右される。しかし、これらの導電型層は光電変換に直接寄与しない不活性な層であり、導電型層にドーピングされた不純物によって吸収される光は発電に寄与しない損失となる。したがって、p 型と n 型の導電型層は、十分な拡散電位を生じさせる範囲内で、できるだけ小さな厚さを有することが好ましい。

【0006】 このようなことから、光電変換ユニットまたは薄膜太陽電池は、それに含まれる p 型と n 型の導電型層が非晶質か結晶質かに拘らず、その主要部を占める i 型光電変換層が非晶質のものは非晶質ユニットまたは非晶質薄膜太陽電池と称され、i 型光電変換層が結晶質のものは結晶質ユニットまたは結晶質薄膜太陽電池と称される。

【0007】 ところで、薄膜太陽電池の変換効率を向上させる方法として、2 以上の光電変換ユニットを積層してタンデム型にする方法がある。この方法においては、薄膜太陽電池の光入射側に大きなバンドギャップを有する光電変換層を含む前方ユニットを配置し、その後ろに順に小さなバンドギャップを有する（たとえば Si-Ge 合金などの）光電変換層を含む後方ユニットを配置することにより、入射光の広い波長範囲に亘って光電変換を可能にし、これによって薄膜太陽電池全体としての光電変換効率の向上が図られる。このようなタンデム型薄膜太陽電池の中でも、非晶質光電変換ユニットと結晶質光電変換ユニットの両方を含むものは、特にハイブリッド型薄膜太陽電池と称されることもある。

【0008】 たとえば、非晶質 i 型シリコンが光電変換し得る光の波長は長波長側において 800 nm 程度までであるが、結晶質 i 型シリコンはそれより長い約 1100 nm 程度の波長の光までを光電変換することができ、ここで、光吸収係数の大きな非晶質シリコン光電変

換層は光吸収のためには単層でも0.3 μm 以下の厚さで十分であるが、光吸収係数の小さな結晶質シリコン光電変換層は長波長の光をも十分に吸収するためには単層では2~3 μm 程度以上の厚さを有することが好ましい。すなわち、結晶質光電変換層は、通常は、非晶質光電変換層に比べて約10倍程度の大きな厚さを有することが望まれる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の非晶質薄膜太陽電池（タンデム型も含む）では、その透明絶縁基板として、主として安価なソーダライム系ガラス基板が用いられてきた。この場合、ソーダライム系ガラス基板は比較的軟化点が低くて350℃以下で用いられることが望まれるが、非晶質光電変換ユニットは200℃以下の基板温度におけるプラズマCVDによって形成することが可能であるので、ソーダライム系ガラス基板を問題なく用いることができるのである。

【0010】ところで、一般的なプラズマCVD法によれば、多結晶シリコン薄膜を形成するためには、結晶化促進のための何らかの工夫をしなければ、基板温度を600℃以上にしなければならない。しかし、このように高い基板温度を要する場合には、安価なソーダライム系ガラス基板などを用いることができない。他方、薄膜太陽電池の普及のためには、そのコストの低減が不可欠であり、結晶質光電変換層を含む薄膜太陽電池においても、高価な石英ガラスなどではなくて安価なソーダライム系ガラス基板などを用いることが望まれている。

【0011】また、上述のように結晶質光電変換層は非晶質光電変換層に比べて遥かに大きな厚さを有することが必要である。したがって、少なくとも1の結晶質光電変換ユニットを含む薄膜太陽電池の製造においては、その生産効率を高めるために、結晶質光電変換層の堆積速度を高めることも望まれている。

【0012】そこで、本発明では、少なくとも1の結晶質光電変換ユニットを含む薄膜光電変換装置の製造方法において、比較的低い耐熱温度を有する安価な基板を用いながら簡便かつ低コストで良質の結晶質光電変換層を迅速に得ることを可能ならしめ、ひいては高い光電変換効率を有する薄膜光電変換装置を低コストでかつ高い生産効率で提供することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、基板上において第1導電型半導体層、実質的に真性半導体の結晶質光電変換層および逆導電型半導体層を含む結晶質光電変換ユニットの少なくとも1つを含む薄膜光電変換装置の製造方法は、結晶質光電変換層をプラズマCVDで堆積する条件として、プラズマ反応室内に導入される反応ガスの主成分としてシラン系ガスと水素ガスを含み、そのシラン系ガスに対する水素ガスの流量比が50倍以上であり、プラズマ反応室内の圧力が600Pa以上に

設定され、プラズマ反応室内において基板を加熱するためのヒータは用いられず、プラズマを生じさせるために300mW/cm²以上のエネルギー密度で高周波電力が印加され、基板は高周波電力の印加によって生じるプラズマの作用によって昇温するが、その昇温時の最高温度は230℃を越えないように調整されることを特徴としている。

【0014】なお、プラズマ作用による基板の昇温時の最高温度は150℃以上になることが好ましい。

【0015】また、基板は、所定温度に予備加熱された後にプラズマCVD反応室内に導入されることが好ましい。

【0016】高周波電力のエネルギー密度は、500mW/cm²以上に設定されることがより好ましい。

【0017】結晶質光電変換層の堆積速度は、40nm/分以上にされ得る。基板がプラズマ作用によって230℃を越えて昇温し得る場合には、冷却手段によって230℃以下の温度に冷却することができる。

【0018】冷却手段としては、基板を支持する高周波電極を冷却するための冷却パイプを含み、この冷却パイプには冷却用流体が流され得る。他方、冷却手段は、基板に冷却ガスを吹き付ける手段を含んでいてもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】以下において、図面を参照しつつ、本発明の種々の実施例が、種々の比較例と共に説明される。なお、各図において、厚さや長さなどの寸法比率は図面の明瞭化と簡略化のために適宜に変更されており、実際の寸法比率を表わしてはいない。また、各図において、同一の参照符号は同一部分または相当部分を示している。

【0020】（実施例1）実施例1として、図1に示されているような結晶質薄膜太陽電池が、図2に示されているようなプラズマCVD装置を用いて作製された。

【0021】図2のプラズマCVD装置は、プラズマ反応室11を備えている。反応室11内には、基板1を支持するための基板支持電極12と対向電極13が設けられている。対向電極13には、27.12MHzの高周波電源が接続されている。通常は、図5に示されているように基板支持電極12は基板加熱用のヒータ15を含んでいるが、図2の装置においては含まれておらず、または含まれていても使用されない。

【0022】プラズマ反応室11に隣接して、予備加熱室21が設けられている。予備加熱室21は、基板1を予め所定温度に加熱する予備加熱ヒータ22を含んでいる。予備加熱ヒータ22によって所定温度に加熱された基板1は、矢印で示されているように、予備加熱室21とプラズマ反応室11との間の隔壁に設けられた扉を介して基板支持電極12上に搬送される。この搬送の間において、薄膜太陽電池用基板はかなり大きく、さらに基板ホルダがその基板より大きな熱容量を有しているの

で、基板の温度はほとんど低下しない。

【0023】図1に示されているような結晶質薄膜太陽電池を作製するに際して、まず、ソーダライム系ガラス基板1上に、透明導電性酸化物(TCO)である酸化錫からなる透明電極層2が熱CVDによって形成された。

【0024】その後、基板1が予備加熱室21内に導入され、140℃まで予備加熱された。

【0025】予備加熱された基板1は基板支持電極12上に移され、透明電極2上に、ボロンドープされた厚さ15nmのp型シリコン層、ノンドープで厚さ2μmの結晶質i型シリコン光電変換層3iおよびリンドープされた厚さ15nmのn型シリコン層3nがプラズマCVDで順次に堆積され、結晶質光電変換ユニット3が形成された。

【0026】結晶質i型シリコン光電変換層3iの堆積に際しては、シランに対して130倍の大きな流量比で水素を含む反応ガスの圧力が1400Paに設定され、基板1と対向電極13との間隔が7.5mmの状態、27.12MHzの高周波電力が0.6W/cm²のパワー密度で印加された。このようなプラズマCVD条件の下で基板温度は最高で206℃まで上昇し、良質の結晶質i型シリコン光電変換層3iを72nm/分の堆積速度で形成することができた。

【0027】ここで、プラズマCVD中における基板1の温度の測定は、基板1の裏面に温度測定用ステッカ(WAHL INSTRUMENTS製の商品名「TEMP-PLATE」の101-4Vシリーズ)を貼ることによって行なわれた。

*

	SiH ₄ :H ₂	放電パワー密度	製膜速度	基板最高温度	変換効率
実施例2	1:150	0.3W/cm ²	40nm/分	150℃	7.3%
実施例3	1:150	0.4W/cm ²	52nm/分	168℃	8.1%
実施例4	1:150	0.5W/cm ²	64nm/分	189℃	8.4%
実施例1	1:130	0.6W/cm ²	72nm/分	205℃	7.2%

【0033】(比較例1) 比較例1による製造条件においては、図5に示されているように、基板1が予備加熱室21内で140℃まで予備加熱されて支持電極12上に移された後において、さらにその支持電極12に内蔵されているヒータ15によって正確に140℃に調温され、その後にプラズマCVDが開始されたことのみにおいて実施例1と異なっていた。

【0034】この場合、プラズマCVD中に基板1の最高温度は265℃まで上昇し、得られた比較例1の結晶質薄膜太陽電池の光電変換効率が5.5%であった。

【0035】(実施例5) 実施例5による製造条件においては、図3に示されているように、プラズマ反応室11内において基板支持電極12に支持された基板1が冷却パイプ16によって冷却されたことのみにおいて実施例1と異なっていた。すなわち、基板支持電極12に内蔵された冷却パイプには、冷却用水が流された。

*【0028】なお、p型層3pとn型層3nのプラズマCVDに際しては、反応ガス圧が133Paに減じられた。但し、これらのp型層3pとn型層3nも、結晶質i型光電変換層3iの場合と同様に1400Paの反応ガス圧の下で形成することも可能である。

【0029】結晶質光電変換ユニット3上には、裏面電極層5として厚さ100nmの酸化亜鉛膜5aと厚さ300nmの銀膜5bがスパッタリングによって順次に堆積された。ここで、TCOである酸化亜鉛膜5aは、銀膜5bの光反射性を改善するように作用するとともに、Ag原子が光電変換ユニット3内に拡散侵入することを防止するようにも作用し得る。

【0030】以上のようにして得られた実施例1の結晶質薄膜太陽電池に対して、AM1.5のスペクトル分布を有するソーラシミュレータを用いて100mW/cm²のエネルギー密度の光を照射したところ、7.2%の光電変換効率が得られた。

【0031】(実施例2~4) 実施例2~4による結晶質薄膜太陽電池の製造条件においては、結晶質i型シリコン光電変換層3iのプラズマCVD時のSiH₄:H₂のガス流量比とプラズマ放電パワー密度が種々に変更されたことのみにおいて実施例1と異なっており、それらの変更に伴って、成膜速度、基板最高温度および光電変換効率が変化した。これらの結果が、実施例1をも含めて表1にまとめられている。

【0032】

【表1】

【0036】この場合、プラズマCVD中に基板1の最高温度は160℃まで上昇し、得られた実施例5の結晶質薄膜太陽電池の光電変換効率は8.1%であった。

【0037】なお、本実施例では、冷却パイプ16内に冷却用水が流されたが、冷却用ガスが流されてもよいことはいうまでもなく、プラズマ反応室11内において基板1に対して直接水素ガスのような冷却ガスを吹き付けてもよい。

【0038】(実施例6) 実施例6においては、図4に示されているようなハイブリッド型薄膜太陽電池が作製された。まず、ソーダライム系ガラス基板1上に、酸化錫からなる透明電極層2が熱CVDによって形成された。

【0039】透明電極層2上には、165℃の基板温度の下で、非晶質光電変換ユニット31が慣用的RF(高周波)プラズマCVDによって堆積された。この非晶質

ユニット3は、ボロンドープされた厚さ17nmのp型シリコンカーバイド31p、ノンドープで厚さ0.3μmの非晶質i型シリコン光電変換層31i、およびリンドープされた厚さ30nmのn型シリコン光電変換層31nを含んでいた。

【0040】非晶質光電変換ユニット31が形成された後に、引続いて別のプラズマ反応室内にて実施例2と同じ条件の下で、結晶質光電変換ユニット32に含まれるp型層32p、結晶質i型光電変換層32i、およびn型層32nが順次にプラズマCVDで堆積された。そのプラズマCVD中において、基板温度は最高で180℃まで上昇した。

【0041】結晶質光電変換ユニット32がプラズマCVDで形成された後には、実施例1の場合と同様に裏面電極4がスパッタリングによって形成された。

【0042】こうして得られた実施例6のハイブリッド型薄膜太陽電池に対して実施例1の場合と同様の条件で光照射したところ、12.0%の高い光電変換効率を得られた。

【0043】なお、本実施例では非晶質光電変換ユニット31が形成された後に基板1が大気中に出されることなく引続いて別のプラズマCVD装置において結晶質光電変換ユニット32が形成されたが、非晶質光電変換ユニット31が形成された後に基板1が一旦大気中に出された後に別のプラズマCVD装置内で結晶質光電変換ユニット32が形成されてもよい。

【0044】(比較例2) 比較例2においても、図4に示されているようなハイブリッド型薄膜太陽電池が作製された。この比較例2による製造条件においては、非晶質光電変換ユニット31が実施例6の場合と同じ条件で形成された。これに引続いて、別のプラズマ反応室内にて比較例1と同じ条件の下で結晶質光電変換ユニット32がプラズマCVDで堆積された。

【0045】この場合、その結晶質光電変換ユニット32のプラズマCVD中に基板1の最高温度は265℃まで上昇し、得られた比較例2のハイブリッド型薄膜太陽電池の光電変換効率は8.4%であった。

【0046】以上のような種々の実施例と比較例から、薄膜太陽電池に含まれる結晶質光電変換層3i、32iのプラズマCVD時に基板温度が230℃より高くなる比較例1と2の場合に光電変換効率が低下することがわかる。この理由としては、プラズマの作用による温度上昇の割合が大きい場合に、堆積されるシリコン薄膜中の熱歪みが大きくなると考えられ、それによって良質の結晶質光電変換層が得られなくなるのではないかと考えられる。

【0047】また、タンデム型薄膜太陽電池においては、結晶質光電変換ユニット32の堆積時に基板温度が230℃を越えて上昇すれば既に形成されている非晶質光電変換ユニット31に対して熱劣化作用を及ぼすと考

えられ、それによっても光電変換効率が低下するものと考えられる。

【0048】なお、結晶質i型シリコン光電変換層3i、32iのプラズマCVD時には、基板温度の最高温度が少なくとも150℃以上に上昇することが望まれる。なぜならば、結晶質光電変換層3i、32iのプラズマCVD時に基板温度が150℃未満であればその光電変換層の結晶化が不十分になると考えられるからである。

【0049】以上のように、表1に示された実施例1～4からわかるように、プラズマ放電パワー密度が大きくなるにしたがって成膜速度が増大するとともに基板最高温度も上昇している。

【0050】なお、上述の実施例6によるハイブリッド型薄膜光電変換装置においては単一の非晶質光電変換ユニットと単一の結晶質光電変換ユニットのみが含まれていたが、複数の非晶質ユニットと複数の結晶質ユニットを含むハイブリッド型薄膜光電変換装置に対しても本発明が適用され得ることはいうまでもない。

【0051】また、上述の実施例では透明基板側からp型層、i型光電変換層およびn型層が順に形成された薄膜光電変換装置について説明されたが、それらのp型層とn型層の形成順序が逆にされてもよいこというまでもない。さらに、上述のモノシランの代わりに他のシラン系ガスが用いられてもよい。

【0052】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、比較的低い耐熱温度を有する安価な基板を用いながら簡便かつ低コストで良質の結晶質光電変換層を迅速に得ることが可能になり、ひいては、高い光電変換効率を有する薄膜光電変換装置を低コストでかつ高い生産効率で提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による製造方法で作成され得る結晶質薄膜太陽電池の積層構造を示す模式的な断面図である。

【図2】 本発明による薄膜太陽電池の製造方法において好ましく用いられ得るプラズマCVD装置を示す模式的なブロック図である。

【図3】 本発明による薄膜太陽電池の製造方法において好ましく用いられ得るプラズマCVD装置の他の例を示す模式的なブロック図である。

【図4】 本発明による製造方法で作成され得るハイブリッド型薄膜太陽電池の積層構造を示す模式的な断面図である。

【図5】 薄膜太陽電池の製造に用いられ得る従来のプラズマCVD装置を示す模式的なブロック図である。

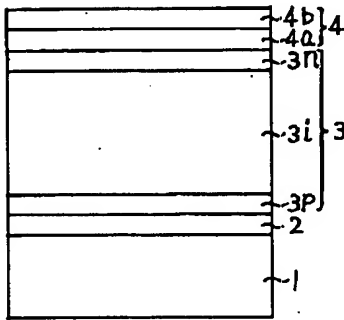
【符号の説明】

1 ガラス基板、2 透明電極、3 結晶質光電変換ユニット、3p p型層、3i 結晶質i型光電変換層、3n n型層、4 裏面電極、4a 酸化亜鉛膜、4b

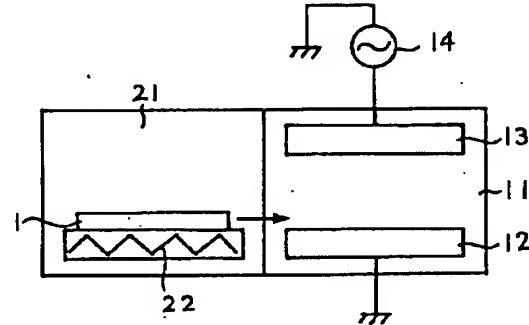
銀膜、11 プラズマ反応室、12 基板支持電極、
13 対向電極、14 高周波電源、15 基板加熱用
ヒータ、16 基板冷却用パイプ、21 予備加熱室、2
予備加熱ヒータ、31 非晶質光電変換ユニット、*

* 31pp型層、31i 非晶質i型光電変換層、31n
n型層、32 結晶質光電変換ユニット、32p p
型層、32i 結晶質i型光電変換層、32n n型
層。

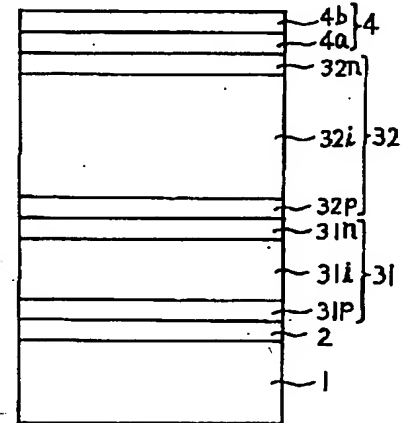
【図1】



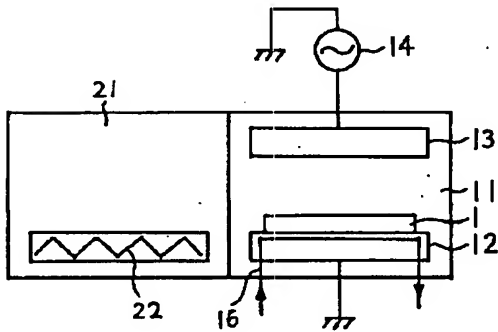
【図2】



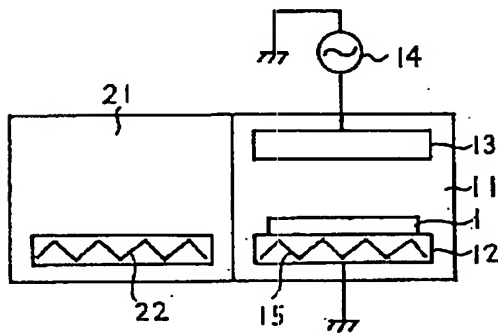
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K030 AA06 AA17 BA29 FA03 JA05
JA09 JA10 JA12 JA16 KA24
KA26 LA16
5F045 AA08 AB03 AC01 AD03 AD04
AD05 AD06 AE21 AE23 AE25
AE27 AF03 BB07 BB09 CA13
DA52
5F051 AA03 AA04 AA16 CA07 CA08
CA09 CA15 CB12 CB15 CB29
DA04 FA02 FA03 FA06 GA03